

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Fumio FUTAMI, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: November 27, 2001

Examiner:

For: METHOD AND DEVICE FOR SHAPING THE WAVEFORM OF AN OPTICAL SIGNAL



**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2001-199202

Filed: June 29, 2001

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: November 27, 2001

By: \_\_\_\_\_

James D. Halsey, Jr.  
Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500  
Washington, D.C. 20001  
(202) 434-1500

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J11036 U.S. PTO  
09/994790  
11/28/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年 6月29日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-199202

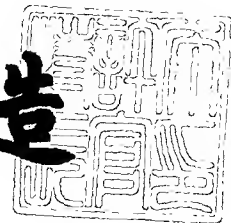
出 願 人  
Applicant(s):

富士通株式会社

2001年10月 4日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3090714

【書類名】 特許願

【整理番号】 0052813

【提出日】 平成13年 6月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 01/00

【発明の名称】 光信号の波形を整形する方法及び装置

【請求項の数】 4

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 二見 史生

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 渡辺 茂樹

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100075384

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 松本 昂

    【電話番号】 03-3582-7477

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 001764

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】            要約書    1

【包括委任状番号】   9704374

【プルーフの要否】    要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光信号の波形を整形する方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号の波形を整形する方法であって、

光信号を第 1 の光ゲートに入力してその光信号のスペースレベルの雑音を抑圧するステップと、

前記第 1 の光ゲートから出力された光信号を第 2 の光ゲートに入力してその光信号のマークレベルの雑音を抑圧するステップとを備えた方法。

【請求項 2】 光信号の波形を整形する装置であって、

カスケード接続された第 1 及び第 2 の光ゲートを備え、

前記第 1 の光ゲートは光信号を入力されてその光信号のスペースレベルの雑音を抑圧し、

前記第 2 の光ゲートは前記第 1 の光ゲートから出力された光信号を入力されその光信号のマークレベルの雑音を抑圧する装置。

【請求項 3】 光信号を伝送する光ファイバ伝送路と、

前記光ファイバ伝送路に沿って設けられた少なくとも 1 つの波形整形装置とを備え、

前記波形整形装置はカスケード接続された第 1 及び第 2 の光ゲートを備えており、

前記第 1 の光ゲートは前記光信号を入力されてその光信号のスペースレベルの雑音を抑圧し、

前記第 2 の光ゲートは前記第 1 の光ゲートから出力された光信号を入力されてその光信号のマークレベルの雑音を抑圧する装置。

【請求項 4】 複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて複数の光信号に分離する光デマルチプレクサと、

前記光マルチプレクサにより分離された複数の光信号がそれぞれ入力される複数の波形整形装置と、

前記複数の波形整形装置からそれぞれ出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサとを備え、

前記複数の波形整形装置の各々は、カスケード接続された第 1 及び第 2 の光ゲートを備えており、

前記第 1 の光ゲートは光信号を入力されてその光信号のスペースレベルの雑音を抑圧し、

前記第 2 の光ゲートは前記第 1 の光ゲートから出力された光信号を入力されその光信号のマークレベルの雑音を抑圧する装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光信号の波形を整形する方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光ファイバ通信で用いられる信号の変調速度は年々高速化を続けて、現在、1 チャンネルの変調速度が 2.5 Gb/s や 10 Gb/s の高速システムが実用化されている。また、研究段階のシステムでは、1 チャンネル 40 Gb/s の光伝送が検討されている。

【0003】

高速化を図るために、光信号には NRZ や RZ など各種フォーマットが用いられている。また、伝送距離を拡大するために、光信号の損失を補償する光増幅器が実用化されている。例えば、エルビウム添加ファイバ増幅器 (EDFA) をはじめとする直接増幅を特徴とする希土類添加光増幅器が実用化されている。中継器では、このような光増幅器を用いて、光ファイバの伝送損失により低下した光信号のパワーを補償している。

【0004】

光増幅器はアナログ的な増幅器であるので、任意のフォーマットの光信号を増幅することができる。しかし、光信号を増幅する際に、光増幅器は自然放出光雑音 (ASE) を必ず光信号に付加するので、増幅により光信号の信号対雑音比 (S/N 比) は低下する。

【0005】

そのために、中継段数が多くなるにつれて  $S/N$  比が低下し、伝送距離が制限される。また、光ファイバ内で生じる非線型光学効果や群速度分散は、ASE を増大させ、光信号の波形を劣化させるので、伝送限界を与える要因になる。

## 【 0 0 0 6 】

このような伝送限界を打破するためには、符号誤りが過剰になる前に再生中継を行なう必要がある。

## 【 0 0 0 7 】

将来のフォトニックネットワークでは波長分割多重 (WDM) が活用されると予測されるので、各チャネルの光信号の変調速度としては、 $2.5 \text{ Gb/s}$ 、 $10 \text{ Gb/s}$ 、 $40 \text{ Gb/s}$  などが混在すると予想される。また、光信号のフォーマットもそれぞれ異なると考えられる。従って、このようなネットワークでは、光信号の変調速度やフォーマットに依存しないトランスペアレントな動作が可能な再生中継器が求められる。

## 【 0 0 0 8 】

電気回路を用いた再生中継器では、電気的な帯域制限等の制約があるので、このトランスペアレントな動作を実現することは難しい。全ての処理を光レベルで行なう全光再生中継器では、前述のような制約が殆どないのでトランスペアレントな動作が可能になる。

## 【 0 0 0 9 】

全光再生中継器に必要な機能は、振幅再生またはリアンプリフィケーション (Reamplification) と、波形整形またはリシェイピング (Reshaping) と、タイミング再生またはリタイミング (Retiming) とである。これらの機能は 3 R 機能と称され、特に前 2 者は 2 R 機能と称される。

## 【 0 0 1 0 】

図 1 に示されるように、従来から最も一般的に用いられている波形整形装置は電気的な信号処理を必要とする。まず、入力信号光は O/E 変換器 2 により電気信号に変換される。次いで、この電気信号を電気 2 R 再生器 4 に入力して信号波形の整形を行なう。その後、波形整形された電気信号を、レーザダイオード (LD) 6 を用いた O/E 変換器 8 により光信号に変換する。

## 【 0 0 1 1 】

電氣的な信号処理に頼ったこの波形整形方法では、電氣的帯域制限により処理可能な信号光の変調速度が制限される。そのために、高速の光信号の波形再生が難しい。

## 【 0 0 1 2 】

図 2 は全ての信号処理を光学的に行なう波形整形装置の従来技術を示している。偏波コントローラ (P C) 1 0 によって偏波状態を制御された信号光と、プローブ光源としてのレーザダイオード (L D) 1 2 からのプロード光とが光ゲート (O G) 1 4 に供給される。そして、光ゲート 1 4 における光学的なゲート動作によって得られた波形整形光が光帯域通過フィルタ (B P F) 1 6 によって抽出されて出力される。この場合、波形整形光の波長はプローブ光の波長  $\lambda_p$  に等しく、また、波形整形光を抽出する必要上、プローブ光の波長  $\lambda_p$  は信号光の波長  $\lambda_s$  と異なるように設定される。

## 【 0 0 1 3 】

光ゲート 1 4 としては、例えば、非線形ループミラ、マイケルソン型あるいはマッハツェンダ型の干渉計構成の非線形スイッチ、さらには過飽和吸収体によるスイッチ等を用いることができる。

## 【 0 0 1 4 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、図 2 に示される従来技術による場合、十分な波形整形機能を得ようとすると、偏波依存性が生じるという問題がある。この場合、図 2 に示されるように、光ゲート 1 4 に入力する信号光の偏波状態を調節または制御するために偏波コントローラ 1 0 が必要になるので、装置の構成が複雑になる。

## 【 0 0 1 5 】

よって、本発明の目的は、光信号の変調速度及びフォーマット (形状) に依存しない光信号の波形を整形する方法及び装置を提供することである。

## 【 0 0 1 6 】

本発明の他の目的は、光信号の偏波状態に依存しない光信号の波形を整形する方法及び装置を提供することである。



【 0 0 1 7 】

本発明のさらに他の目的は、装置構成を簡略化するのが容易な光信号の波形を整形する方法及び装置を提供することである。

【 0 0 1 8 】

本発明の別の目的は、波長変換を伴わずに光信号の波形を整形する方法及び装置を提供することである。

【 0 0 1 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明によると、光信号の波形を整形する方法であって、光信号を第1の光ゲートに入力してその光信号のスペースレベルの雑音を抑圧するステップと、前記第1の光ゲートから出力された光信号を第2の光ゲートに入力してその光信号のマークレベルの雑音を抑圧するステップとを備えた方法が提供される。

【 0 0 2 0 】

この方法によると、第1及び第2の光ゲートをカスケード接続しているので、各光ゲートとして適切なものを用いることによって、本発明の目的の少なくとも1つが達成される。

【 0 0 2 1 】

本発明の他の側面によると、光信号の波形を整形する装置が提供される。この装置はカスケード接続された第1及び第2の光ゲートを備えている。前記第1の光ゲートは光信号を入力されてその光信号のスペースレベルの雑音を抑圧し、前記第2の光ゲートは前記第1の光ゲートから出力された光信号を入力されその光信号のマークレベルの雑音を抑圧する。

【 0 0 2 2 】

本発明のさらに他の側面によると、光信号を伝送する光ファイバ伝送路と、前記光ファイバ伝送路に沿って設けられた少なくとも1つの波形整形装置とを備えた装置が提供される。波形整形装置は本発明による装置である。

【 0 0 2 3 】

本発明の別の側面によると、複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を供給されて複数の光信号に分離する光デマルチプレクサと、前記光マル

チプレクサにより分離された複数の光信号がそれぞれ入力される複数の波形整形装置と、前記複数の波形整形装置からそれぞれ出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサとを備えた装置が提供される。各波形整形装置は本発明による装置である。

## 【 0 0 2 4 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の望ましい実施形態を詳細に説明する。

## 【 0 0 2 5 】

図 3 は本発明による装置の第 1 実施形態を示すブロック図である。この装置は、カスケード接続された第 1 の光ゲート (OG 1) 2 2 と第 2 の光ゲート (OG 2) 2 4 とを備えており、これらは光帯域通過フィルタ (BPF) 2 6 によって光学的に接続されている。また、第 1 の光ゲート 2 2 にはプローブ光源としてのレーザダイオード (LD) 2 8 が光学的に接続されている。

## 【 0 0 2 6 】

プローブ光源 2 8 は波長  $\lambda_{out}$  のプローブ光を出力する。このプローブ光と波長  $\lambda_{in}$  の信号光とが光ゲート 2 2 の光学媒質 (例えば非線形光学媒質) 内を同一方向に伝搬するようにプローブ光及び信号光が光ゲート 2 2 に入力される。光ゲート 2 2 は偏波無依存型のものである。

## 【 0 0 2 7 】

光ゲート 2 2 の出力のうち、波長  $\lambda_{out}$  の光は光帯域通過フィルタ 2 6 を通過して光ゲート 2 4 に入力される。そして、この光が光ゲート 2 4 を通過して波形整形光が得られる。

## 【 0 0 2 8 】

なお、この実施形態では、波形整形光を信号光と分離するために、プローブ光の波長  $\lambda_{out}$  は信号光の波長  $\lambda_{in}$  とは異なるように設定されている。

## 【 0 0 2 9 】

第 1 の光ゲート 2 2 として適した偏波依存性のないゲートとしては、例えば、電界吸収型光変調器がある。バルク型の電界吸収型光変調器を用いると、偏波依存性のない透過特性が得られる。第 1 の光ゲート 2 2 として偏波無依存型のもの

を用いることによって、第2の光ゲート24の偏波依存性に関わらず、全体として偏波依存性のない動作を提供することができる。

## 【0030】

電界吸収型光変調器に逆バイアスを印可している場合、外部からの光注入により相互吸収変調(XAM)が生じる。このXAMにより、信号光のバイナリ符号としてのハイレベル及びローレベルがそれぞれ出力光(波長 $\lambda_{out}$ )のハイレベル及びローレベルに変換される。このとき、光励起キャリアによる外部電界のスクリーニング、バンドフィリングにより吸収飽和が生じるので、外部からの入力光パワーに対して出力は非線形に変化する。この原理の詳細は、例えば、文献“IEE Electron. Lett. Vol. 25, No. 2, pp.88-89”で参照することができる。

## 【0031】

この非線形特性により、信号光のパワーレベルを最適値に設定しておくこと、変換された信号光(波長 $\lambda_{out}$ )のスペースレベルの振幅雑音を抑圧することができる。逆バイアスを大きくすると、非線形透過特性が外部入力光パワーに対してより急峻な特性が得られる。この効果を利用すれば、さらなる振幅雑音の圧縮が可能になる。一方、逆バイアスを大きくするにつれて、変調器の挿入損失が大きくなるので、所要の特性が得られる最適な逆バイアスの値を設定することが望ましい。

## 【0032】

この電界吸収型光変調器による偏波無依存光ゲートでは、光励起キャリアは逆バイアスにより引き抜かれるので、XAMは高速に応答し、信号光パターン依存性を押さえることができる。従って、信号光の伝送速度に依存しない光ゲート動作が可能である。例えば、“IEICE Trans. Electron., vol. E81-C, pp.1251-1257, 1998”に40Gb/sでの高速動作が報告されている。さらに、光信号によるXAMに基づいた光ゲートであるので、任意フォーマットの信号光に対して動作することができる。

## 【0033】

図3の実施形態では、第1の光ゲート22を信号光とプローブ光とが同一方向に伝搬するので、得られた変換光を信号光から分離するために光帯域通過フィル

タ 2 6 が用いられている。この分離を可能にするために、プローブ光の波長  $\lambda_{out}$  は信号光の波長  $\lambda_{in}$  と異なるように設定されている。その結果、この実施形態によると、波形整形と同時に波長変換が可能になる。

## 【 0 0 3 4 】

光帯域通過フィルタ 2 6 を通過した変換光は、第 2 の光ゲート 2 4 に供給される。光ゲート 2 4 は、マークレベルの振幅雑音を抑圧する機能を有している。光ゲート 2 4 に偏波依存性がある場合、その動作が最大限有効になるようにプローブ光の偏波状態を予め設定しておけばよい。

## 【 0 0 3 5 】

第 2 の光ゲート 2 4 としては、DFB-LD を用いた利得クランプ増幅器を用いることができる。利得クランプ増幅器はリミッタ増幅器として機能し、入力パワー等を最適化することによって、マークレベルの振幅雑音を効果的に抑圧することができる。例えば、リミッタ増幅器の動作原理に関して、「渡辺、“信号光の波形整形のための方法、装置及びシステム” 特開 2000-323786」に示されている。このリミッタ増幅器は偏波依存性を有しているが、前述したようにプローブ光の偏波状態を最適化することによって、信号光の偏波に対して無依存な動作が可能になる。また、利得クランプ状態では、レーザの光強度変化に対して数十 ps 以下で高速応答するので、40 Gb/s 以上の超高速信号に対しても動作が可能である。

## 【 0 0 3 6 】

第 1 の光ゲート 2 2 として用いられる電界吸収型光変調器には、通常 -2 乃至 -3 V 程度の逆バイアスが印加される。このときの入力信号光パワー  $P_{in}$  に対するプローブ光の出力特性 ( $P_{out}$ ) を図 4 の (A) に示す。入力パワー ( $P_{in}$ ) の傾斜は入力パワー ( $P_{in}$ ) が小さいときに小さく、相対的に大きくなると大きくなる。従って、この特性を利用して、信号光のパワーを最適化することによってスペースレベルの振幅雑音を抑圧することができる。通常、XAM を利用するには、10 dBm 程度のパワーが必要である。

## 【 0 0 3 7 】

図 4 の (B) は、第 2 の光ゲート 2 4 として使用可能な利得クランプ増幅器の

特性を図4の(A)と同じように表したものである。利得クランプ増幅器には、通常アシスト光が付加的に入力され、それにより動作の安定化を図ることができる。利得クランプ増幅器では、入力パワー $P_{in}$ のある値までは出力パワーはほぼ線形に増加し、その値よりも大きな領域では出力パワー $P_{out}$ はほぼ一定になる。従って、信号光のパワーを最適化することによって、マークレベルの振幅雑音を抑圧することができる。

【0038】

図4の(C)は図4の(A)に示される特性と図4の(B)に示される特性とを重ね合わせて得られる特性を表している。即ち、図3に示される装置全体としての特性である。このように、この実施形態では、所要の特性を有する光ゲート22及び24をカスケード接続しているので、この装置を用いてスペースレベル及びマークレベルの両方の振幅雑音を抑圧することができる。

【0039】

図5を参照すると、本発明による装置の第2実施形態が示されている。この実施形態は、図3に示される実施形態と対比して、プローブ光と信号光が第1の光ゲート22内を互いに逆方向に伝搬するように光路設定されている点で特徴づけられる。そのために、第1の光ゲート22と第2の光ゲート24との間に光帯域通過フィルタ(図3参照)に代えて光カプラ30を設け、光カプラ30を介して信号光を第1の光ゲート22に第2の光ゲート24の側から入力するようにし、それとは反対にプローブ光源28からのプローブ光を第1の光ゲート22に入力するようにしている。光カプラ30としては、ハーフミラー、3dBカプラ、光サーキュレータ等を用いることができる。

【0040】

この実施形態によると、図3に示される実施形態におけるのと同様にマークレベル及びスペースレベルの振幅雑音を抑圧できるとともに、光バンドパスフィルタ26を不要にすることができる。

【0041】

なお、信号光を第1の光ゲート22に入射させるときに端面反射を十分抑圧するために、反射コーティングを施したり、斜め研磨を施すことが望ましい。これ

により、反射した信号光が第 2 の光ゲート 2 4 に入力することによるクロストークを有効に防止することができる。

## 【 0 0 4 2 】

また、図 3 に示される実施形態では、光帯域通過フィルタ 2 6 は独立した部材として図示されているが、光ゲート 2 2 の出力端面に誘電体多層膜等からなるフィルタ膜を形成することによっても同様の機能を得ることができる。

## 【 0 0 4 3 】

更に図 5 の実施形態によると、図 3 に示される光帯域通過フィルタ 2 6 が不要であることから、信号光の波長  $\lambda_{in}$  とプローブ光の波長  $\lambda_{out}$  の相対関係は任意となる。即ち、 $\lambda_{in} = \lambda_{out}$  に設定することができ、図 3 に示される実施形態では不可能である波長変換を伴わない波形整形が可能になる。

## 【 0 0 4 4 】

図 6 は本発明による装置の第 3 実施形態を示す図である。ここでは、本発明が波長分割多重 (WDM) に適用されている。従って、装置に入力される信号光は、異なる波長  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  ( $n$  は 1 より大きい整数) を有する複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光である。WDM 信号光を各光信号に分けるために、光デマルチプレクサ 3 2 が用いられる。光デマルチプレクサ 3 2 から出力された各光信号は本発明による装置 3 6 (# 1, # 2, ..., #  $n$ ) の各々に供給され、波形整形が行なわれた後、光マルチプレクサ 3 4 により再び波長分割多重されて出力される。

## 【 0 0 4 5 】

光デマルチプレクサ 3 2 及び光マルチプレクサ 3 4 の各々としては、例えばアレイ導波路格子を用いることができる。この場合、光デマルチプレクサ 3 2、光マルチプレクサ 3 4 及び本発明による装置 3 6 (# 1, # 2, ..., #  $n$ ) を Si 等からなる基板 3 8 上に集積化することが容易であるので、WDM に適用可能な波形整形装置を極めて小型にすることができる。

## 【 0 0 4 6 】

図 7 は本発明による装置 (システム) の第 4 実施形態を示すブロック図である。ここでは、信号光を伝送する光ファイバ伝送路 4 0 に沿って本発明による装置

4 2 が設けられている。本発明による装置 4 2 は光ファイバ伝送路 4 0 の最下流側に設けられていてもよい。また、複数の本発明による装置が光ファイバ伝送路 4 0 に沿って設けられていてもよい。

【 0 0 4 7 】

この構成によると、本発明の原理に従って光ファイバ伝送路 4 0 により伝送されてきた信号光の波形整形を行なうことができるので、その波形整形された信号光を光受信機 4 4 で受けた場合に良好な S N 比を得ることができる。

【 0 0 4 8 】

従来から、信号光の S N 比の劣化が信号光の伝送限界の要因の一つであることが知られている。伝送可能距離を延ばすためには、S N 比を改善することが求められる。しかし、通常用いられている光受信機では、信号光の S N 比を改善する機能は付加されていないし、電子回路で小型且つ簡易な構成で高速信号の波形を整形する手法は確立されていない。

【 0 0 4 9 】

本発明による装置は、ビットレートに依存せずに高速信号光を光のままで波形整形することができるので、これを光受信機 4 4 の前に設置することによって、光受信機 4 4 における受信所要パワーが低減される。また、受信感度を一定に保てば、伝送可能距離を延ばすことが可能である。

【 0 0 5 0 】

本発明は以下の付記を含むものである。

【 0 0 5 1 】

(付記 1) 光信号の波形を整形する方法であって、

光信号を第 1 の光ゲートに入力してその光信号のスペースレベルの雑音を抑圧するステップと、

前記第 1 の光ゲートから出力された光信号を第 2 の光ゲートに入力してその光信号のマークレベルの雑音を抑圧するステップとを備えた方法。

【 0 0 5 2 】

(付記 2) 付記 1 に記載の方法であって、

前記第 1 の光ゲートは偏波無依存性を有している方法。

【 0 0 5 3 】

(付記 3) 付記 1 に記載の方法であって、  
前記第 1 の光ゲートは電界吸収型光変調器である方法。

【 0 0 5 4 】

(付記 4) 付記 1 に記載の方法であって、  
前記第 2 の光ゲートはリミッタ型光増幅器である方法。

【 0 0 5 5 】

(付記 5) 付記 1 に記載の方法であって、  
前記第 2 の光ゲートは D F B - L D を含む利得クランプ型光増幅器である方法

【 0 0 5 6 】

(付記 6) 付記 1 に記載の方法であって、  
プローブ光を前記第 1 の光ゲートに入力するステップを更に備えた方法。

【 0 0 5 7 】

(付記 7) 付記 6 に記載の方法であって、  
前記プローブ光は前記第 1 の光ゲートに入力される光信号の波長と異なる波長  
を有しており、

前記第 1 の光ゲートから出力される光信号は前記プローブ光の波長と同じ波長  
を有している方法。

【 0 0 5 8 】

(付記 8) 付記 7 に記載の方法であって、  
前記プローブ光は前記光信号と同じ方向で前記第 1 の光ゲートに入力される方  
法。

【 0 0 5 9 】

(付記 9) 付記 8 に記載の方法であって、  
前記第 1 の光ゲートから出力された光信号を前記第 1 の光ゲートに入力された  
光信号と分離するステップを更に備えた方法。

【 0 0 6 0 】

(付記 1 0) 付記 6 に記載の方法であって、



前記プローブ光は前記第 1 の光ゲートに入力される光信号と同じ波長を有している方法。

【 0 0 6 1 】

(付記 1 1) 付記 1 0 に記載の方法であって、  
前記プローブ光は前記光信号と逆の方向で前記第 1 の光ゲートに入力される方法。

【 0 0 6 2 】

(付記 1 2) 光信号の波形を整形する装置であって、  
カスケード接続された第 1 及び第 2 の光ゲートを備え、  
前記第 1 の光ゲートは光信号を入力されてその光信号のスペースレベルの雑音を抑圧し、  
前記第 2 の光ゲートは前記第 1 の光ゲートから出力された光信号を入力されその光信号のマークレベルの雑音を抑圧する装置。

【 0 0 6 3 】

(付記 1 3) 付記 1 2 に記載の装置であって、  
前記第 1 の光ゲートは偏波無依存性を有している装置。

【 0 0 6 4 】

(付記 1 4) 付記 1 2 に記載の装置であって、  
前記第 1 の光ゲートは電界吸収型光変調器である装置。

【 0 0 6 5 】

(付記 1 5) 付記 1 2 に記載の装置であって、  
前記第 2 の光ゲートはリミッタ型光増幅器である装置。

【 0 0 6 6 】

(付記 1 6) 付記 1 2 に記載の装置であって、  
前記第 2 の光ゲートは DFB-LD を含む利得クランプ型光増幅器である装置。

【 0 0 6 7 】

(付記 1 7) 付記 1 2 に記載の装置であって、  
プローブ光を前記第 1 の光ゲートに入力するプローブ光源を更に備えた装置。

【 0 0 6 8 】

(付記 1 8) 付記 1 7 に記載の装置であって、

前記プローブ光は前記第 1 の光ゲートに入力される光信号の波長と異なる波長を有しており、

前記第 1 の光ゲートから出力される光信号は前記プローブ光の波長と同じ波長を有している装置。

【 0 0 6 9 】

(付記 1 9) 付記 1 8 に記載の装置であって、

前記プローブ光は前記光信号と同じ方向で前記第 1 の光ゲートに入力される装置。

【 0 0 7 0 】

(付記 2 0) 付記 1 9 に記載の装置であって、

前記第 1 の光ゲートから出力された光信号を前記第 1 の光ゲートに入力された光信号と分離する手段を更に備えた装置。

【 0 0 7 1 】

(付記 2 1) 付記 1 7 に記載の装置であって、

前記プローブ光は前記第 1 の光ゲートに入力される光信号と同じ波長を有している装置。

【 0 0 7 2 】

(付記 2 2) 付記 2 1 に記載の装置であって、

前記プローブ光は前記光信号と逆の方向で前記第 1 の光ゲートに入力される装置。

【 0 0 7 3 】

(付記 2 3) 光信号を伝送する光ファイバ伝送路と、

前記光ファイバ伝送路に沿って設けられた少なくとも 1 つの波形整形装置とを備え、

前記波形整形装置はカスケード接続された第 1 及び第 2 の光ゲートを備えており、

前記第 1 の光ゲートは前記光信号を入力されてその光信号のスペースレベルの

雑音を抑圧し、

前記第 2 の光ゲートは前記第 1 の光ゲートから出力された光信号を入力されてその光信号のマークレベルの雑音を抑圧する装置。

【 0 0 7 4 】

(付記 2 4) 複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて複数の光信号に分離する光デマルチプレクサと、

前記光マルチプレクサにより分離された複数の光信号がそれぞれ入力される複数の波形整形装置と、

前記複数の波形整形装置からそれぞれ出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサとを備え、

前記複数の波形整形装置の各々は、カスケード接続された第 1 及び第 2 の光ゲートを備えており、

前記第 1 の光ゲートは光信号を入力されてその光信号のスペールレベルの雑音を抑圧し、

前記第 2 の光ゲートは前記第 1 の光ゲートから出力された光信号を入力されその光信号のマークレベルの雑音を抑圧する装置。

【 0 0 7 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、信号光の変調速度及びフォーマットに依存しない信号光の波形を整形する方法及び装置の提供が可能になるという効果が生じる。また、本発明によると、信号光の偏波状態に依存しない信号光の波形を整形する方法及び装置の提供が可能になるという効果が生じる。また、本発明によると、装置構成の簡易化が容易な信号光の波形を整形する方法及び装置の提供が可能になるという効果が生じる。また、本発明によると、波長変換を伴いあるいは波長変換を伴わない信号光の波形を整形する方法及び装置の提供が可能になるという効果が生じる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は従来の電氣的な処理による波形整形装置のブロック図である。

【図 2】

図 2 は従来の光回路による波形整形装置のブロック図である。

【図 3】

図 3 は本発明による装置の第 1 実施形態を示すブロック図である。

【図 4】

図 4 の (A) , (B) 及び (C) はそれぞれ図 3 に示される各部分における入出力特性を示すグラフである。

【図 5】

図 5 は本発明による装置の第 2 実施形態を示すブロック図である。

【図 6】

図 6 は本発明による装置の第 3 実施形態を示すブロック図である。

【図 7】

図 7 は本発明による装置 (システム) の第 4 実施形態を示すブロック図である。

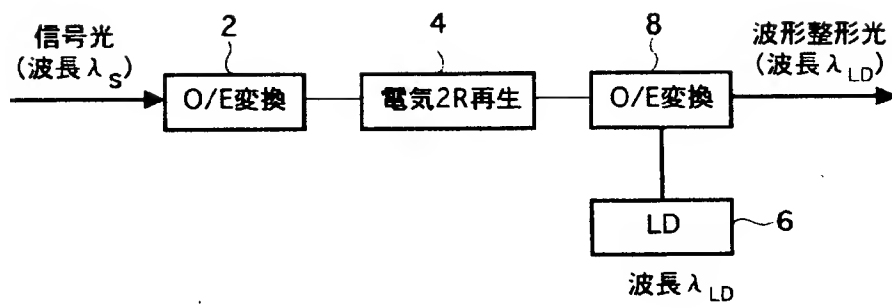
【符号の説明】

- 2 2 第 1 の光ゲート
- 2 4 第 2 の光ゲート
- 2 6 光帯域通過フィルタ
- 2 8 プローブ光源
- 3 2 光デマルチプレクサ
- 3 4 光マルチプレクサ

【書類名】 図面

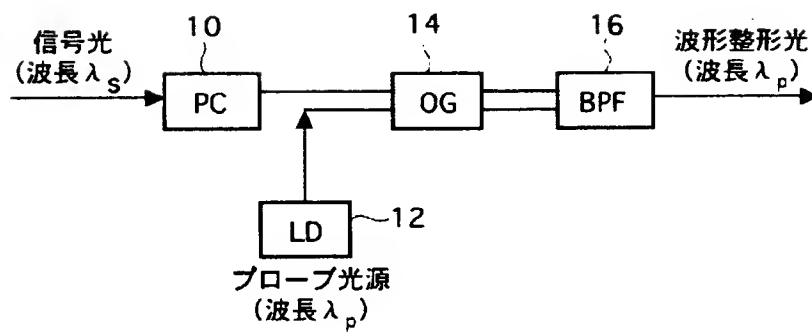
【図 1】

従来技術

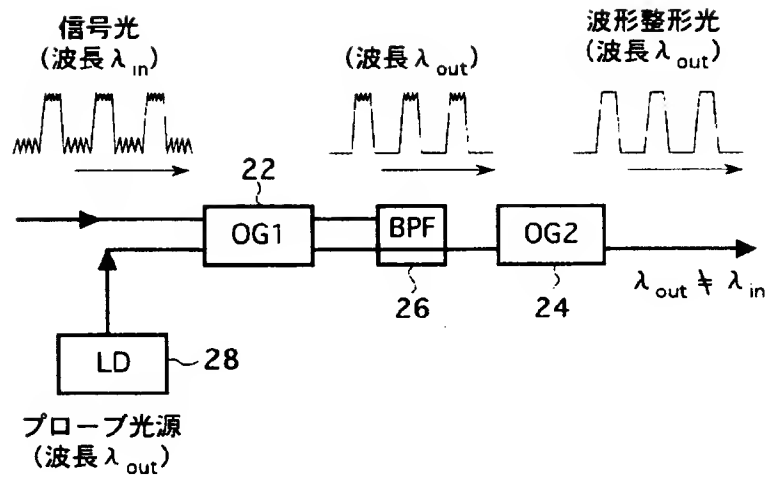


【図 2】

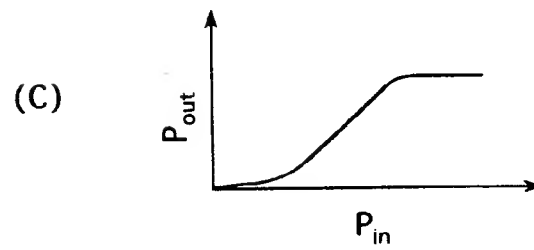
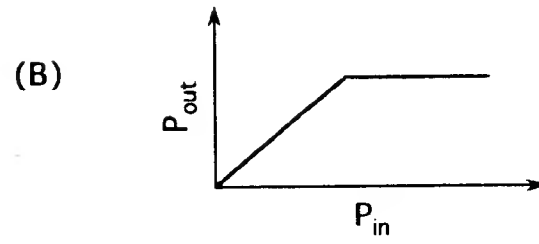
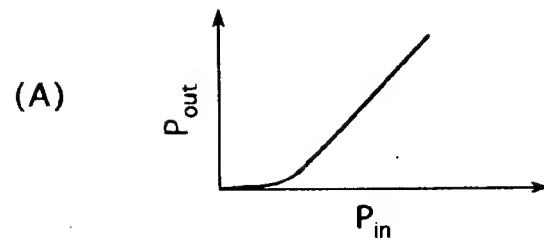
従来技術



【図3】

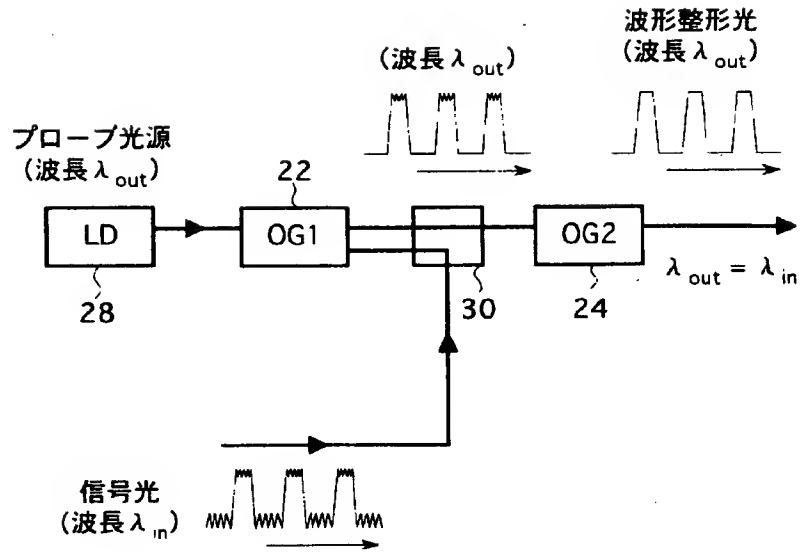


【図 4】

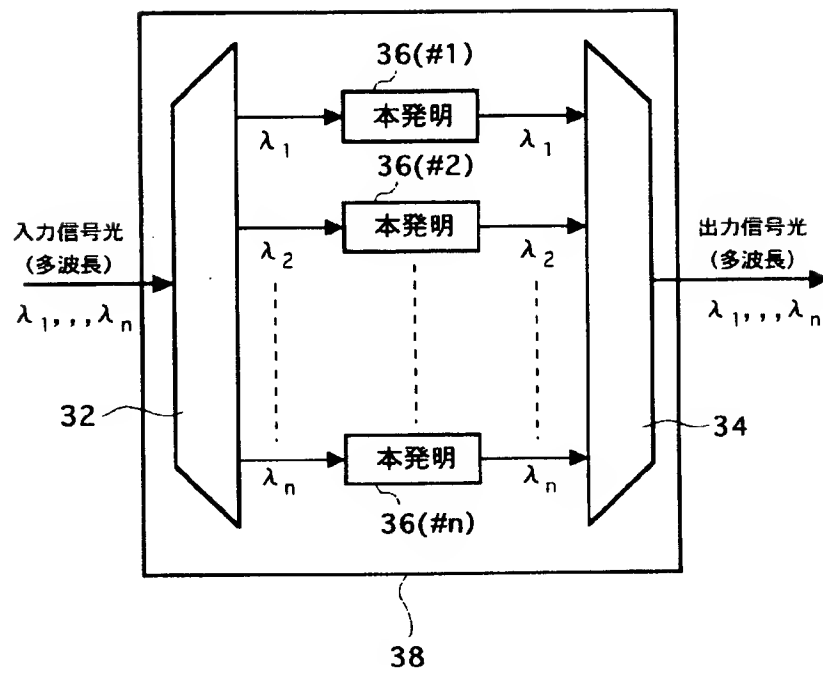




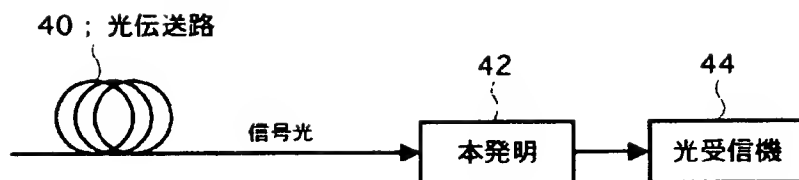
【図 5】



【図 6】



【 図 7 】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    本発明は光信号の波形を整形する方法及び装置に関し、信号光の変調速度及びフォーマットに依存しない信号光の波形を整形する方法及び装置の提供が主な課題である。

【解決手段】    本発明による方法では、まず、光信号が第1の光ゲートに入力されその光信号のスペースレベルの雑音が抑圧される。次いで、第1の光ゲートから出力された光信号が第2の光ゲートに入力され、その光信号のマークレベルの雑音が抑圧される。この構成によると、光信号のままでの波形整形が可能であるので、例えば、光信号の変調速度及びフォーマットに依存しない波形整形が可能である。

【選択図】            図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社